

PCT/JP2004/015984

29.10.2004

日 本 国 特 許 庁  
JAPAN PATENT OFFICE

REC'D 23 DEC 2004

別紙添付の書類に記載されている事項は下記の出願書類に記載されている事項と同一であることを証明する。

This is to certify that the annexed is a true copy of the following application as filed with this Office.

出 願 年 月 日            2 0 0 3 年 1 0 月 3 1 日  
Date of Application:

出 願 番 号            特 願 2 0 0 3 - 3 7 1 9 9 3  
Application Number:  
[ST. 10/C]:            [ J P 2 0 0 3 - 3 7 1 9 9 3 ]

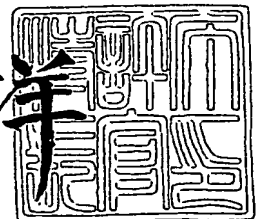
出      願      人            三 菱 マ テ リ ア ル 株 式 有 限 公 司  
Applicant(s):

PRIORITY DOCUMENT  
SUBMITTED OR TRANSMITTED IN  
COMPLIANCE WITH  
RULE 17.1(a) OR (b)

2 0 0 4 年 1 2 月    9 日

特許庁長官  
Commissioner,  
Japan Patent Office

小 川 洋



出証番号    出証特 2 0 0 4 - 3 1 1 2 4 4 7

【書類名】 特許願  
【整理番号】 P6205  
【あて先】 特許庁長官殿  
【国際特許分類】 H01F 1/08  
【発明者】  
    【住所又は居所】 新潟県新潟市小金町 3 - 1 三菱マテリアル株式会社 新潟製作  
    所内  
    【氏名】 宮原 正久  
【発明者】  
    【住所又は居所】 新潟県新潟市小金町 3 - 1 三菱マテリアル株式会社 新潟製作  
    所内  
    【氏名】 森本 耕一郎  
【特許出願人】  
    【識別番号】 000006264  
    【氏名又は名称】 三菱マテリアル株式会社  
【代理人】  
    【識別番号】 100076679  
    【弁理士】  
    【氏名又は名称】 富田 和夫  
【選任した代理人】  
    【識別番号】 100094824  
    【弁理士】  
    【氏名又は名称】 鴨井 久太郎  
【手数料の表示】  
    【予納台帳番号】 009173  
    【納付金額】 21,000円  
【提出物件の目録】  
    【物件名】 特許請求の範囲 1  
    【物件名】 明細書 1  
    【物件名】 要約書 1  
    【包括委任状番号】 9708620

## 【書類名】特許請求の範囲

## 【請求項 1】

軟磁性粉末または絶縁皮膜被覆軟磁性粉末の表面に厚さ：0.1～5  $\mu\text{m}$  の極めて薄いシリコン樹脂皮膜を形成したシリコン樹脂皮膜形成軟磁性粉末を室温～150℃に加熱し、この室温～150℃に加熱されたシリコン樹脂皮膜形成軟磁性粉末を温度：100～150℃に加熱された金型に充填し、成形圧力：600～1500 MPa で圧粉成形し、得られた成形体を温度：400～600℃で焼成することを特徴とする磁気特性に優れ、高強度および低鉄損を有する複合軟磁性材の製造方法、

## 【請求項 2】

前記絶縁皮膜被覆軟磁性粉末は、リン酸皮膜被覆軟磁性粉末であることを特徴とする請求項 1 記載の磁気特性に優れ、高強度および低鉄損を有する複合軟磁性材の製造方法。

## 【請求項 3】

請求項 1 または 2 記載の方法で製造した磁気特性に優れ、高強度および低鉄損を有する複合軟磁性材。

## 【書類名】明細書

【発明の名称】磁気特性に優れ、高強度および低鉄損を有する複合軟磁性材の製造方法

## 【技術分野】

## 【0001】

この発明は、磁気特性に優れ、高強度および低鉄損を有する複合軟磁性材の製造方法に関するものであり、この複合軟磁性材はインジェクター部品、イグニッション部品、電磁弁用コア、モーター用コアなどの製造に使用されるものである。

## 【背景技術】

## 【0002】

一般に、軟磁性粉末は、鉄粉末、Fe-Si系鉄基軟磁性合金粉末、Fe-Al系鉄基軟磁性合金粉末、Fe-Si-Al系鉄基軟磁性合金粉末、Fe-Cr系鉄基軟磁性合金粉末、Ni基軟磁性合金粉末またはFe-Co系軟磁性合金粉末などが知られており、

前記鉄粉末としては純鉄粉末を使用することが知られており、

Fe-Si系鉄基軟磁性合金粉末としてはSi: 0.1~10%を含有し、残部がFeおよび不可避不純物からなるFe-Si系鉄基軟磁性合金粉末（例えばSi: 1~12質量%を含有し残部がFeおよび不可避不純物からなる珪素鋼粉末、一層具体的にはFe-3%Si粉末）を使用することが知られており、

Fe-Al系鉄基軟磁性合金粉末としてはAl: 0.05~10%を含有し、残部がFeおよび不可避不純物からなるFe-Al系鉄基軟磁性合金粉末（例えば、Fe-15%Alからなる組成を有するアルバーム粉末）を使用することが知られており、

Fe-Si-Al系鉄基軟磁性合金粉末としてはSi: 0.1~10質量%、Al: 0.05~10%を含有し、残部がFeおよび不可避不純物からなるFe-Si-Al系鉄基軟磁性合金粉末（例えば、Fe-9%Si-5%Alからなる組成を有するセンダスト粉末）を使用することが知られており、

Fe-Cr系鉄基軟磁性合金粉末としてはCr: 1~20%を含有し、必要に応じてAl: 5%以下、Si: 5%以下の内の1種または2種を含有し、残部がFeおよび不可避不純物からなるFe-Cr系鉄基軟磁性合金粉末を使用することが知られており、

さらに、Ni基軟磁性合金粉末としてはNi: 35~85%を含有し、必要に応じてMo: 5%以下、Cu: 5%以下、Cr: 2%以下、Mn: 0.5%以下の内の1種または2種以上を含有し、残部がFeおよび不可避不純物からなるニッケル基軟磁性合金粉末（例えば、Fe-79%Ni粉末）を使用することが知られており、さらに、

Fe-Co系鉄基軟磁性合金粉末としてはCo: 10~60%を含有し、必要に応じてV: 0.1~3%を含有し、残部がFeおよび不可避不純物からなるFe-Co系鉄基軟磁性合金粉末（以上、%は質量%を示す。）を使用することが知られている。

## 【0003】

さらに、軟磁性粉末の表面に絶縁性皮膜を形成した軟磁性粉末（以下、絶縁皮膜被覆軟磁性粉末という）は、前記軟磁性粉末を高温酸化処理することにより表面に酸化膜を形成した酸化膜被覆軟磁性粉末、軟磁性粉末にリン酸処理を施すことにより表面にリン酸皮膜を形成したリン酸被覆軟磁性粉末、軟磁性粉末にスチーム処理を施すことにより表面に絶縁性の水酸化膜を形成した水酸化膜被覆軟磁性粉末が知られている。これら絶縁皮膜被覆軟磁性粉末の中でも軟磁性粉末の表面にリン酸皮膜を形成したリン酸皮膜被覆軟磁性粉末が最も多く使用されている。

## 【0004】

かかる絶縁性皮膜被覆軟磁性粉末は、その充填密度を高めるために、結合剤と共に可能な限り高圧で圧縮成形する。しかし、高圧圧縮成形して得られた複合軟磁性材は、圧縮成形時に絶縁性皮膜被覆軟磁性粉末の内部の軟磁性粉末に圧縮歪が生成し、軟磁性磁気特性が低下し、材料の特性を十分に発揮させることができなくなる。そのために、圧縮生成して得られた複合軟磁性材料は熱処理することにより歪みを開放し、軟磁性特性を回復させるための熱処理が施されている。

## 【0005】

しかし、軟磁性粉末の歪みを開放するには500℃以上の高温に加熱することが好ましいが、かかる温度に加熱すると、結合剤としてポリフェニルエーテル樹脂、ポリエーテルイミド樹脂などの熱可塑性樹脂、さらに、フェノール樹脂、エポキシ樹脂有機樹脂などの熱硬化性樹脂を使用した複合軟磁性材料は炭化または燃焼して好ましくない。そのために、結合剤として水ガラスを使用した複合軟磁性材料が提案されている（特許文献1参照）。この水ガラスを結合剤とした複合軟磁性材は有機樹脂を結合剤とした複合軟磁性材に比べて強度が低く、さらに水分を吸収して軟化するために耐久性が低い。そのため、近年、シリコン樹脂を結合剤として作製した複合軟磁性材が提案されている。このシリコン樹脂を結合剤とする複合軟磁性材は軟磁性粉末を250～950℃で酸化雰囲気中で加熱することにより表面に絶縁皮膜である酸化膜を形成して絶縁皮膜被覆軟磁性粉末を作製し、この絶縁皮膜被覆軟磁性粉末にシリコン樹脂：0.5～10質量%添加し混合し、圧縮成形したのち、非酸化性雰囲気中、温度：500～1000℃で焼成することにより歪みを除去して製造するものである（特許文献2参照）。

【特許文献1】特開昭56-155510号公報

【特許文献2】特開平6-342714号公報

【発明の開示】

【発明が解決しようとする課題】

【0006】

この従来法によると、シリコン樹脂を0.5～10質量%添加する必要がある、シリコン樹脂の添加量が多くなるほど絶縁皮膜被覆軟磁性粉末の添加量が減少して複合軟磁性材の磁気特性の低下は避けられない。反対にシリコン樹脂の添加量が0.5質量%未満であると強度および比抵抗が低下するので好ましくない。そのために、シリコン樹脂の添加量を可及的に少なくして絶縁皮膜被覆軟磁性粉末の含有量を多くし、しかも高強度および低鉄損を保持することができる複合軟磁性材の開発が求められていた。

【課題を解決するための手段】

【0007】

そこで、本発明者等は、複合軟磁性材に含まれるシリコン樹脂の量を一層減らして軟磁性粉末または絶縁皮膜被覆軟磁性粉末の含有量を一層増やすことにより磁気特性を向上させ、さらに高強度および低鉄損を保持する複合軟磁性材を製造すべく研究を行った。その結果、

軟磁性粉末または絶縁皮膜被覆軟磁性粉末の表面に厚さ：0.1～5μmの極めて薄いシリコン樹脂皮膜を形成したシリコン樹脂皮膜形成軟磁性粉末を作製し、このシリコン樹脂皮膜形成軟磁性粉末を予め室温または最高150℃に加熱し、この室温から150℃の範囲内の温度に加熱したシリコン樹脂皮膜形成軟磁性粉末を100～150℃に加熱された金型に充填し、圧力：600～1500MPaで圧縮成形して成形体を作製し、この成形体を温度：400～600℃で焼成して得られた複合軟磁性材は、軟磁性粉末が薄いシリコン樹脂でまんべんなく被覆されており、シリコン樹脂の添加量を0.5質量%未満に抑えても、従来法で作製した複合軟磁性材とほぼ同じ高強度および低鉄損を有し、軟磁性粉末の含有量が増えることにより一層磁気特性が向上する、

(ロ) 前記絶縁皮膜被覆軟磁性粉末としては、表面にリン酸皮膜を有するリン酸皮膜被覆軟磁性粉末であることが特に好ましい、という研究結果が得られたのである。

【0008】

この発明は、かかる研究結果に基づいてなされたものであって、

(1) 軟磁性粉末または絶縁皮膜被覆軟磁性粉末の表面に厚さ：0.1～5μmの極めて薄いシリコン樹脂皮膜を形成したシリコン樹脂皮膜形成軟磁性粉末を室温～150℃に加熱し、この室温～150℃に加熱されたシリコン樹脂皮膜形成軟磁性粉末を温度：100～150℃に加熱された金型に充填し、成形圧力：600～1500MPaで圧縮成形し、得られた成形体を温度：400～600℃で焼成する磁気特性に優れ、高強度および低鉄損を有する複合軟磁性材の製造方法、

(2) 前記絶縁皮膜被覆軟磁性粉末は、リン酸皮膜被覆軟磁性粉末である前記(1)記載

の磁気特性に優れ、高強度および低鉄損を有する複合軟磁性材の製造方法、に特徴を有するものである。

#### 【0009】

通常の軟磁性粉末または絶縁皮膜被覆軟磁性粉末の表面に厚さ：0.1～5  $\mu\text{m}$ の極めて薄いシリコン樹脂皮膜を形成したシリコン樹脂皮膜形成軟磁性粉末は、一般に市販されている軟磁性粉末または絶縁皮膜被覆軟磁性粉末に液体状のシリコン樹脂を0.1～0.5質量%未満添加し、通常の方法で混合した後、大気中で乾燥することにより簡単に作製することができる。この厚さ：0.1～5  $\mu\text{m}$ の極めて薄いシリコン樹脂皮膜を形成したシリコン樹脂皮膜形成軟磁性粉末を用いて作製した複合軟磁性材は、そこに含まれるシリコン樹脂の量を0.1～0.5質量%未満にすることができる。

#### 【0010】

したがって、前記表面にリン酸皮膜を有するリン酸皮膜被覆軟磁性粉末の表面に厚さ：0.1～5  $\mu\text{m}$ の極めて薄いシリコン樹脂皮膜を形成したシリコン樹脂皮膜形成軟磁性粉末は、一般に市販されている表面にリン酸皮膜を有するリン酸皮膜被覆軟磁性粉末に液体状のシリコン樹脂を0.1～0.5質量%未満添加し、通常の方法で混合した後、大気中で乾燥することにより簡単に作製することができる。この厚さ：0.1～5  $\mu\text{m}$ の極めて薄いシリコン樹脂皮膜を形成したシリコン樹脂皮膜形成軟磁性粉末を用いて作製した複合軟磁性材は、そこに含まれるシリコン樹脂の量を0.1～0.5質量%未満にすることができる。

#### 【発明の効果】

#### 【0011】

複合軟磁性材に含まれるシリコン樹脂の量を一層減らすことにより軟磁性粉末またはリン酸皮膜被覆軟磁性粉末の含有量を一層増加させ、もって磁気特性を向上させるとともに従来の複合軟磁性材と同じ高強度および低鉄損を有する複合軟磁性材を製造することができる。

この発明の複合軟磁性材の製造方法において使用するシリコン樹脂皮膜形成軟磁性粉末の表面に形成されているシリコン樹脂被膜の厚さを0.1～5  $\mu\text{m}$ に定めたのは、シリコン樹脂被膜の厚さが0.1  $\mu\text{m}$ 未満では複合軟磁性材の十分な強度と比抵抗を確保できないからであり、一方、シリコン樹脂皮膜の厚さが5  $\mu\text{m}$ を越えて厚くすると、複合軟磁性材に含まれるシリコン樹脂の量が0.5質量%以上となり、十分な軟磁性磁気特性が得られない理由によるものである。

かかるシリコン樹脂皮膜形成軟磁性粉末は、室温～150℃の所定の温度に加熱したのち、温度：100～150℃に加熱された金型に充填され、圧縮成形される。金型を100～150℃に加熱する理由は、コロイド状の潤滑剤を金型の壁面に塗布した場合、潤滑剤に含まれる水分が蒸発して固体状の潤滑剤が金型の壁面に付着させる目的とシリコン樹脂皮膜形成軟磁性粉末の成型密度を高めるためである。したがって、金型の加熱温度は100℃以上であることが必要であるが、150℃を越える必要は無い。この加熱された金型に充填するシリコン樹脂皮膜形成軟磁性粉末が150℃を越えて加熱されると、軟磁性粉末に酸化が生じて圧縮性に悪影響を与えるので好ましくない。したがって金型に充填するシリコン樹脂皮膜形成軟磁性粉末は加熱しても最高150℃に押さえることが好ましい。

#### 【0012】

かかる金型に充填されたシリコン樹脂皮膜形成軟磁性粉末を600～1500 MPaで圧縮成形するのは、圧縮成形圧力が600 MPa未満では十分な密度が得られないからであり、一方、1500 MPaを越えると比抵抗が低下したり、金型強度の低下により寸法精度が大幅に低下するので好ましくないからである。

圧縮成形して得られた成形体は、大気中、温度：400～600℃に30～60分間保持することにより焼成する。この温度で焼成することによりシリコン樹脂はガラス化して高強度の複合軟磁性材が得られる。またこの温度で焼成することにより軟磁性粉末の歪みが除去され、軟磁性磁気特性が回復する。前記焼成温度を400～600℃に限定したの

は、400℃未満では圧縮成形時に生じた歪の開放が不十分であるので好ましくなく、一方、600℃を越えると比抵抗の低下が生じるので好ましくない理由によるものである。

【発明を実施するための最良の形態】

【0013】

実施例 1

原料として、純鉄粉末にリン酸処理を施すことによりリン酸皮膜を形成してリン酸皮膜形成軟磁性粉末を用意し、さらに液体状のシリコン樹脂を用意した。このリン酸皮膜形成軟磁性粉末に液体状のシリコン樹脂を表 1 に示される割合で添加し、大気中で混合することにより表 1 に示される平均厚さのシリコン樹脂皮膜を有するシリコン樹脂皮膜形成軟磁性粉末を作製した。

【0014】

【表 1】

種別	原料の配合組成（質量％）		シリコン樹脂皮膜の平均厚さ（ $\mu\text{m}$ ）
	シリコン樹脂	リン酸皮膜形成軟磁性粉末	
シリコン樹脂皮膜形成軟磁性粉末	0.3	残部	2

このシリコン樹脂皮膜形成軟磁性粉末を表 2～3 に示される温度に加熱し、この加熱されたシリコン樹脂皮膜形成軟磁性粉末を表 2～3 に示される温度に加熱された金型に充填し、表 2～3 に示される圧力で圧縮成形することにより成形体を作製し、ついでこの成形体を大気中、表 2～3 に示される温度に表 2～3 に示される時間保持の加熱を行って本発明法 1～17 および比較法 1～7 を実施することにより縦：5mm、横：10mm、長さ：60mm の寸法を有する軟磁性試験片および外径：35mm、内径：25mm、高さ：5mm の寸法を有する軟磁性試験片を作製した。これら軟磁性試験片を用い、室温における抗折強度、密度、比抵抗、鉄損および磁束密度を測定し、その測定結果を表 2～3 に示した。

従来例 1

実施例で用意したリン酸皮膜形成軟磁性粉末にシリコン樹脂粉末を 5 質量％添加し混合することによりシリコン樹脂粉末：5 質量％、残部：リン酸皮膜形成軟磁性粉末からなる配合組成を有する混合粉末を作製し、この混合粉末を常温で金型に充填し、圧力：700MPa で圧縮成形して成形体を作製し、この成形体を 700℃、120 分間保持の加熱を行って従来法 1 を実施することにより縦：5mm、横：10mm、長さ：60mm の寸法を有する軟磁性試験片および外径：35mm、内径：25mm、高さ：5mm の寸法を有する軟磁性試験片を作製した。この軟磁性試験片を用い、室温における抗折強度、密度、比抵抗、鉄損および磁束密度を測定し、その測定結果を表 3 に示した。

【0015】

【表 2】

種別	製造条件					軟磁性試験片の特性				
	表1のシリコーン樹脂皮膜形成 軟磁性粉末の加 熱温度 (°C)	金型の加 熱温度 (°C)	圧縮成形圧力 (MPa)	焼成温度 (°C)	焼成時間 (分)	抗折強度 (MPa)	密度 ( $\text{Mg/m}^3$ )	比抵抗 $\times 10^{-4}$ ( $\Omega\text{m}$ )	鉄損 ( $\text{W/kg}$ )	磁束密度 $B_{10000\text{A/m}}$ (T)
本 発 明 法	1	90	120	500	30	105	7.49	2.0	10.4	1.58
	2	60	120			100	7.49	2.8	10.5	1.58
	3	室温	120			100	7.48	3.4	10.7	1.57
	4	150	150			110	7.48	3.0	10.8	1.57
	5	120	120			110	7.50	1.4	10.4	1.60
	6	100	100			105	7.49	2.5	10.5	1.58
	7	100	130			105	7.50	2.3	10.5	1.60
	8	100	140			105	7.52	1.8	10.3	1.61
	9	100	150			110	7.53	1.8	10.1	1.61
	10	100	120			110	7.63	2.4	9.5	1.70
	11	100	120			115	7.70	1.2	9.3	1.73
	12	100	120			95	7.34	4.7	13.8	1.45
	13	100	120			115	7.74	0.88	9.3	1.75

本 発 明 法

【0016】



【表 3】

種別	製造条件						軟磁性試験片の特性			
	表1のシリコーン樹脂皮膜形成 軟磁性粉末の加熱温度 (°C)	金型の加熱温度 (°C)	圧縮成形圧力 (MPa)	焼成温度 (°C)	焼成時間 (分)	抗折強度 (MPa)	密度 (Mg/m <sup>3</sup> )	比抵抗 $\times 10^{-4}$ ( $\Omega m$ )	鉄損 (W/kg)	磁束密度 $B_{1000A/m}$ (T)
14	100	120	800	410	30	110	7.52	4.4	10.9	1.60
15	100	120	800	450		110	7.52	3.2	11.8	1.61
16	100	120	800	550		115	7.51	0.79	11.5	1.62
17	100	120	800	580		120	7.50	0.68	11.8	1.63
1	165*	120	800	500		75	7.40	5.0	13.0	1.50
2	100	160*	800	500		75	7.45	4.2	11.1	1.52
3	100	90*	800	500		100	7.35	2.1	13.5	1.45
4	100	120	1600*	500	120	120	7.75	0.11	13.1	1.75
5	100	120	550*	500		85	7.23	3.8	-	1.41
6	100	120	800	650*		120	7.50	0.0082	18.3	1.62
7	100	120	800	350*		110	7.51	4.3	14.0	1.60
従来法1	-	30	700	700		60	7.08	21	-	1.30

表2～3に示される結果から、本発明法1～17で作製した軟磁性試験片は、従来法1で作製した軟磁性試験片に比べて優れた軟磁性磁気特性を有することが分かる。また、こ

の発明の条件から外れた比較法 1～7 で作製した軟磁性試験片は一部好ましくない特性が現れることがわかる。

#### 実施例 2

原料として、純鉄粉末を用意し、さらに液体状のシリコン樹脂を用意した。この純鉄粉末に液体状のシリコン樹脂を表 4 に示される割合で添加し、大気中で混合することにより表 4 に示される平均厚さのシリコン樹脂皮膜を有するシリコン樹脂皮膜形成軟磁性粉末を作製した。

【0017】

【表 4】

種別	原料の配合組成 (質量%)		シリコン樹脂皮膜の平均厚さ ( $\mu\text{m}$ )
	シリコン樹脂	純鉄粉末	
シリコン樹脂皮膜形成軟磁性粉末	0.3	残部	2

表 4 のシリコン樹脂皮膜形成軟磁性粉末を表 5～6 に示される温度に加熱し、この加熱されたシリコン樹脂皮膜形成軟磁性粉末を表 5～6 に示される温度に加熱された金型に充填し、表 5～6 に示される圧力で圧縮成形することにより成形体を作製し、ついでこの成形体を大気中、表 5～6 に示される温度に表 5～6 に示される時間保持の加熱を行って本発明法 18～27 および比較法 8～13 を実施することにより縦：5mm、横：10mm、長さ：60mm の寸法を有する軟磁性試験片および外径：35mm、内径：25mm、高さ：5mm の寸法を有する軟磁性試験片を作製した。これら軟磁性試験片を用い、室温における抗折強度、密度、比抵抗、鉄損および磁束密度を測定し、その測定結果を表 5～6 に示した。

#### 従来例 2

実施例 2 で用意した純鉄粉末にシリコン樹脂を 5 質量% 添加し混合することによりシリコン樹脂：5 質量%、残部：リン酸皮膜形成軟磁性粉末からなる配合組成を有する混合粉末を作製し、この混合粉末を常温で金型に充填し、圧力：700MPa で圧縮成形して成形体を作製し、この成形体を 700℃、120 分間保持の加熱を行って従来法 2 を実施することにより縦：5mm、横：10mm、長さ：60mm の寸法を有する軟磁性試験片および外径：35mm、内径：25mm、高さ：5mm の寸法を有する軟磁性試験片を作製した。この軟磁性試験片を用い、室温における抗折強度、密度、比抵抗、鉄損および磁束密度を測定し、その測定結果を表 6 に示した。

【0018】

【表 5】

種別		製造条件					軟磁性試験片の特性				
		表4のシリコーン樹脂皮膜形成 軟磁性粉末の加 熱温度 (°C)	金型の加 熱温度 (°C)	圧縮成形圧力 (MP a)	焼成温度 (°C)	焼成時間 (分)	抗折強度 (MPa)	密度 (Mg/m <sup>3</sup> )	比抵抗 ×10 <sup>-4</sup> (Ωm)	鉄損 (W/kg)	磁束密度 B <sub>10000A/m</sub> (T)
本 発 明 法	18	室温	120	800	500	30	110	7.51	1.2	10.4	1.58
	19	100	120	800			113	7.51	0.92	10.5	1.58
	20	100	120	800			120	7.53	0.98	10.7	1.57
	21	100	120	650			107	7.40	1.5	10.8	1.57
	22	100	120	1100			123	7.66	0.78	10.4	1.60
	23	100	120	1500			125	7.75	0.53	10.5	1.58
	24	100	100	800			121	7.51	0.37	10.5	1.60
	25	100	150	800			125	7.53	0.85	10.3	1.61
	26	120	120	800			120	7.52	0.89	10.1	1.61
	27	150	120	800			126	7.53	0.82	9.5	1.70

【0019】

【表6】

種別	製造条件						軟磁性試験片の特性			
	表4のシリコーン樹脂皮膜形成軟磁性粉末の加熱温度 (°C)	金型の加熱温度 (°C)	圧縮成形圧力 (MPa)	焼成温度 (°C)	焼成時間 (分)	抗折強度 (MPa)	密度 (Mg/m <sup>3</sup> )	比抵抗 $\times 10^{-4}$ ( $\Omega$ m)	鉄損 (W/kg)	磁束密度 B <sub>10000A/m</sub> (T)
比較法	8	120	800	500	30	72	7.41	5.1	12.1	1.51
	9	90*	800	500		89	7.34	1.6	13.4	1.47
	10	120	1650*	500		127	7.77	0.23	14.2	1.76
	11	120	570*	500		120	7.29	1.7	-	1.42
	12	120	800	500		85	7.51	0.0069	17.9	1.61
	13	120	800	650*		124	7.53	1.3	14.8	1.60
従来法2	-	30	700	700	120	65	7.10	21	-	1.32

表5～6に示される結果から、本発明法1～17で作製した軟磁性試験片は、従来法2  
出証特2004-3112447

で作製した軟磁性試験片に比べて優れた軟磁性磁気特性を有することが分かる。また、この発明の条件から外れた比較法 8 ～ 13 で作製した軟磁性試験片は一部好ましくない特性が現れることがわかる。

## 【書類名】要約書

## 【要約】

【課題】磁気特性に優れ、高強度および高比抵抗を有する複合軟磁性材の製造方法を提供する。

【解決手段】軟磁性粉末またはリン酸皮膜被覆軟磁性粉末の表面に厚さ：0.1～5  $\mu\text{m}$  の極めて薄いシリコン樹脂皮膜を形成したシリコン樹脂皮膜形成軟磁性粉末を室温～150℃に加熱し、この室温～150℃に加熱されたシリコン樹脂皮膜形成軟磁性粉末を温度：100～150℃に加熱された金型に充填し、成形圧力：600～1500 MPa で圧粉成形し、得られた成形体を温度：400～600℃で焼成することを特徴とする磁気特性に優れ、高強度および低鉄損を有する複合軟磁性材の製造方法。

【選択図】           なし

認定・付加情報

特許出願の番号	特願 2003-371993
受付番号	50301810384
書類名	特許願
担当官	第七担当上席 0096
作成日	平成15年11月 4日

<認定情報・付加情報>

【提出日】 平成15年10月31日

特願 2003-371993

出願人履歴情報

識別番号 [000006264]

1. 変更年月日	1992年 4月10日
[変更理由]	住所変更
住 所	東京都千代田区大手町1丁目5番1号
氏 名	三菱マテリアル株式会社